

10/009821

PCT/NL

00/00297

REC'D 02 JUN 2000

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

NL00/297

Bureau voor de Industriële Eigendom



4

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 7 mei 1999 onder nummer 1012004,

ten name van:

ASM INTERNATIONAL N.V.

te Bilthoven

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het verplaatsen van wafers alsmede ring",

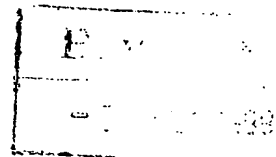
en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 23 mei 2000.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

A.W. v.d. Kruk,

10 120 04



Uittreksel

5 Een werkwijze en inrichting worden voorgesteld waarbij in een floating waferreactor een wafer omgeven wordt door een ring. Deze wordt gebruikt om het temperatuurverloop over de wafer te beperken, met name tijdens het inbrengen en afvoeren. Bovendien kan een dergelijke ring gebruikt worden om de wafer tijdens de behandeling in het horizontale vlak te positioneren. Tijdens de behandeling is de wafer niet in contact met de ring. Eventueel kan de ring van verwarmingsmiddelen voorzien zijn.

7a

Werkwijze voor het verplaatsen van wafers alsmede ring.

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het
5 verplaatsen van wafers in en uit een thermische behandelingsinrichting vanuit of naar
een omgeving met een van die thermische behandelingsinrichting afwijkende
temperatuur. Tijdens een warmtebehandeling van een substraat, bijvoorbeeld een
siliciumwafer, kan plastische vervorming van de wafer optreden. In het geval van
10 silicium neemt bij temperaturen hoger dan 900-1000°C de mechanische sterkte van de
wafer in belangrijke mate af en kan gemakkelijker plastische vervorming optreden dan
bij kamertemperatuur. De vervorming van siliciumwafers ontstaat doordat
kristalvlakken langs elkaar kunnen afschuiven onder invloed van in het materiaal
aanwezige of opgewekte spanningen. Dit is bekend onder de uitdrukking "slip". Deze
15 slip kan tot zodanig kromtrekken van de wafer leiden, dat dit met het blote oog is waar
te nemen.

Twee bronnen van spanning zullen in het materiaal aanwezig zijn die tot slip
aanleiding geven. Ten eerste de gravitatiekracht die bij horizontaal gepositioneerde
wafers uniform uitgeoefend wordt over het hele oppervlak daarvan in combinatie met
de waferoplegging die over het algemeen op slechts enkele punten plaatsvindt. Dit leidt
20 tot lokale mechanische spanningen, met name op en nabij de oplegpunten die ook
gravitationele spanningen genoemd worden.

Ten tweede bestaat een temperatuurgradiënt over de wafer, die leidt tot een niet
uniforme uitzetting van de wafer met corresponderende mechanische spanningen, ook
wel thermische spanningen genoemd. Deze temperatuurgradiënt over de wafer treedt
25 met name op bij het in een reactor brengen en het daaruit verwijderen. In het algemeen
zal de temperatuur in de reactor om tot een behoorlijke doorgangstijd te komen
aanzienlijk zijn, bijvoorbeeld 900-1000°C. Indien de omgevingstemperatuur
kamertemperatuur is, zal bij het inbrengen of verwijderen van de wafer uit de reactor
een grote temperatuurgradiënt ontstaan met daaruit volgende spanningen. Immers, de
30 warmtecapaciteit is vanwege de geringe dikte en het grote stralende oppervlak van de
wafer verhoudingsgewijs klein.

De onderhavige uitvinding heeft in het bijzonder betrekking op het contactloos
behandelen van een wafer. Daarbij wordt de wafer in een reactor uniform over het

gehele oppervlak ondersteund door een gasstroom zodat tijdens de behandeling geen gravitationele spanningen kunnen ontstaan. Het bovendeeel en benedendeel van de reactor, waartussen de wafer opgenomen is, kunnen zeer uniform opgewarmd worden zodat tijdens de behandeling geen temperatuurgradiënt van enige betekenis over de wafer optreedt. Gebleken is echter dat bij het laden of ontladen van de wafer alsnog de hierboven genoemde spanningen op kunnen treden waardoor slip ontstaat. Immers, bij het inbrengen en verwijderen wordt de wafer volgens de stand der techniek door een koude grijper opgenomen. nabij de oplegpunten ontstaan grote lokale temperatuurgradiënten en treedt slip op. Eveneens ontstaat een aanzienlijke temperatuurgradiënt over de wafer als geheel. Deze heeft twee componenten: een lineaire en een radiale component. De lineaire component ontstaat doordat de wafer in een lineaire beweging tussen de twee hete reactorlichamen (bovendeeel en benedendeel) wordt uitgetrokken. De radiale component ontstaat doordat de rand van de wafer over een grotere ruimtehoek zijn warmte kan wegstralen dan het middengedeelte van de wafer. Met name de radiale gradiënt leidt tot schadelijke spanningen.

Het is het doel van de onderhavige uitvinding de slip in een wafer en met name bij het contactloos behandelen verder te beperken of geheel uit te sluiten.

Dit doel wordt bij een hierboven beschreven werkwijze verwezenlijkt doordat de wafer aangebracht is in een de wafer omgevende ring, waarbij men de wafer steunend op de oplegpunten van die ring in en uit de thermische behandelingsinrichting brengt.

Volgens de uitvinding vindt het inbrengen en verwijderen van de wafer in de thermische behandelingsinrichting plaats bij het daaromheen aangebracht zijn van een ring. Ook tijdens deze behandeling blijft de ring aanwezig. Indien de wafer volgens een voorkeursuitvoering van de uitvinding contactloos behandeld wordt, zal bij de behandeling door middel van het passend sturen van gasstromen de wafer van de ring en meer in het bijzonder de oplegpunten daarvan weg bewogen worden. Deze verplaatsing kan een zeer geringe waarde hebben. De binnendiameter van de ring volgens de uitvinding is slechts weinig groter dan de uitwendige diameter van de wafer.

Opgemerkt wordt dat het aanbrengen van een ring om een wafer teneinde de temperatuurgradiënt over de wafer te beperken als zodanig bekend is. In US-A-4.468.259 wordt het zogenaamde "rapid thermal processing system" beschreven waarbij een wafer met behulp van lampen zeer snel opgewarmd wordt. Daarbij wordt de wafer over een groot oppervlak ondersteund en leidt vooral de radiële

temperatuurgradiënt vanwege warmteverlies aan de rand van de wafer tot slip. Door het aanbrengen van een warmtestraling absorberende ring rond de waferhouder met een diameter iets groter dan de diameter van de wafer wordt dit aanzienlijk verminderd. Echter wordt deze ring niet gebruikt voor het transport van de wafer in en uit de reactor zodat bij het beladen/ontladen nog steeds de hierboven genoemde spanningen optreden. Dit geldt eveneens voor de ring aangebracht om een wafer zoals beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 5.334.257. Ook daar wordt de warmtecapaciteit van het randgebied van de wafer vergroot en zal de rand minder snel opwarmen en zo een minder sterke radiële temperatuurgradiënt over de wafer ontstaan. In beide Amerikaanse octrooischriften bevinden de ringen zich steeds in het waferrek en worden uitsluitend de wafers in het waferrek waarin de ringen aangebracht zijn geplaatst en dienen de ringen niet als transportmiddel voor de wafers. De ringen volgens de uitvinding kunnen vanzelfsprekend met enige in de stand der techniek bekende robot gehanteerd worden.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op een thermische behandelingsinrichting-ring-samenstel, waarbij die thermische behandelingsinrichting omvat een behandelingsruimte begrensd door twee tegenover elkaar liggende delen, waarbij tenminste een van die delen voorzien is van een gastoevoer door het zwevend tussen die delen positioneren van een wafer waarbij die ring uitgevoerd is om tussen die delen geplaatst te worden, waarbij in de bedrijfstoestand de afstand tussen die twee delen ter plaatse van die ring in hoofdzaak met de dikte van die ring overeenkomt en dat tenminste drie radiale gasdoorgangen tussen die ring en het betreffende deel zijn aangebracht. Met een dergelijk samenstel van thermische behandelingsinrichting-ring is het in een floating waferreactor mogelijk de horizontale positie van een wafer nauwkeurig te bepalen. In het algemeen zal bij het horizontaal positioneren van de wafer zowel aan de onderzijde als aan de bovenzijde uit de reactorkamer een gasstroom naar de wafer toe bewegen om deze nauwkeurig tussen het bovendeel en benedendeel van de reactor te positioneren. Voor het in het horizontale vlak positioneren kan een ring om de wafer aangebracht worden die voorzien is van uitstroomopeningen voor dat gas. Gebleken is dat indien de wafer zich naar een bepaalde rand van de ring beweegt, de daar liggende uitstroomopening enigszins afgesloten wordt waardoor stijging van druk van het gas tussen de ring en die betreffende rand plaatsvindt waardoor de ring weer naar het midden teruggedrukt wordt. Dit wordt bevorderd doordat de andere

openingen meer gas doorlaten waardoor daar drukverlaging plaatsvindt. Op deze wijze ontstaat een bijzonder stabiele positionering en is het mogelijk met een zeer geringe spleetbreedte tussen wafer en ring te werken, bijvoorbeeld ongeveer 0,2 mm. Door het gebruik van een dergelijke ring kan de constructie van de reactorwanden, d.w.z. het

5 boven- en benedendeel aanzienlijk vereenvoudigd worden en in hoofdzaak vlak uitgevoerd worden. De doorgang waardoor het gas tussen de ring en de wand van de reactor stroomt kan hetzij in de wand van die reactor hetzij in de boven- of onderzijde van de ring hetzij in beide uitgevoerd worden. Met behulp van de constructies volgens de uitvinding wordt een laterale plaatsing van de wafer in de reactor voorzien.

10 Een dergelijke ring kan bovendien gebruikt worden bij het inbrengen of verwijderen van de wafer. Het is echter ook mogelijk in een aparte hulpring te voorzien die om de hierboven beschreven ring geplaatst wordt en die voorzien is van bijvoorbeeld draagpennen welke zich uitstrekken door de groeven of openingen aangebracht in de hierboven beschreven ring die in afvloeien van het gas voorziet.

15 De uitvinding heeft eveneens betrekking op een thermische waferbehandelingsinrichting-ringsamenstel omvattende een thermische waferbehandelingsinrichting met ten minste een opname voor wafers, waarbij die opname uitgevoerd is voor het op verwijderbare wijze ontvangen van een ring en waarbij elke ring uitgevoerd is voor het daarin opnemen en dragen van een wafer.

20 De uitvinding zal hieronder nader aan de hand van in de tekening afgebeelde uitvoeringsvoorbeelden verduidelijkt worden. Daarbij tonen:

Fig. 1 perspectivisch een eerste uitvoering van de ring volgens de uitvinding met daarvan verwijderd een wafer;

Fig. 2 schematisch in dwarsdoorsnede de ring volgens fig. 1 met wafer tijdens het

25 inbrengen in een reactor;

Fig. 3 schematisch de ring met wafer volgens fig. 2 tijdens de behandeling in de reactor;

Fig. 4A-C in dwarsdoorsnede verschillende varianten van de ring volgens de uitvinding;

30 Fig. 5A, B verdere varianten voorzien van verwarmingsmiddelen;

Fig. 6 in bovenaanzicht een verdere uitvoering van de ring volgens de uitvinding;

Fig. 7 in zijaanzicht de ring met wafer volgens fig. 6 ,

Fig. 8 een variant van fig. 6 en 7 met hulpring en

Fig. 9 een constructie volgens fig. 8 iijn zaanzicht aangebracht in een reactor.

In fig. 1 is in perspectief een eerste uitvoering van de ring volgens de uitvinding afgebeeld en deze is in het geheel met 1 aangegeven. Deze bestaat uit een wat dikkere buitenrand 2 en een dunnere binnenrand 3. Drie oplegpennen 4 zijn aangebracht. De ring 2 is voorzien van een hanteerdeel 5 voor bevestiging aan enigerlei hanteerrobot. Met 6 is een wafer aangegeven. De buitendiameter van de wafer 6 is iets kleiner dan de binnendiameter van binnenrand 3 zodanig dat de wafer 6 op de oplegpunten 4 steunt bij transport daarvan. Ring 1 is bedoeld voor een dergelijk transport zoals blijkt uit fig. 2. Daarbij is het inbrengen van de wafer 6 in een reactor 10 getoond bestaande uit een bovendeel 11 en 12 die op enigerlei in de stand der techniek bekende wijze verhit zijn. Tijdens het inbrengen steunt de wafer op de oplegpennen 4.

Nadat de wafer in de reactor 10 ingebracht is en op enigerlei wijze afsluiting plaatsvindt, worden gasstromen 13 en 14 op gang gebracht waardoor de wafer van de oplegpennen 4 loskomt en gaat zweven en behandeld kan worden (fig. 3). Na behandeling vallen de gasstromen 13 en 14 weg en keert de wafer terug naar de oplegpennen 4 en wordt uit de reactor verwijderd. Tijdens het inbrengen en verwijderen wordt de grote warmtegradiënt die optreedt over de wafer in hoofdzaak gecompenseerd door de aanwezigheid van de ring 1. Immers door de verhoudingsgewijs grote warmtecapaciteit daarvan zal snellere afkoeling aan de rand van de wafer dan in het hart daarvan voorkomen worden. Door keuze van het materiaal en sturing van de wanddikte van de ring alsmede de afstand tussen de rand van de wafer en binnenrand 3 kan het afkoelgedrag of opwarmgedrag van de wafer tijdens transport beheerst worden.

Begrepen moet worden dat het niet noodzakelijk is om tijdens transport de wafer op de oplegpunten te laten rusten. Het is in principe eveneens mogelijk een voorziening aan te brengen waardoor de wafer tijdens het transport zich zwevende toestand bevindt. Daardoor wordt gewaarborgd dat bij de oplegpunten geen kritische temperatuurovergang aanwezig is.

Zoals hierboven beschreven is de buitenrand 2 van de ring 1 wat dikker uitgevoerd. Daardoor wordt in mechanische sterkte voorzien en neemt de warmtecapaciteit toe. De verschillen tussen binnen- en buitenrand 2 resp. 3 kunnen elke in de stand der techniek voorstelbare constructie omvatten. Enkele voorbeelden zijn in fig. 4a-c gegeven.

Bovendien is het mogelijk tijdens transport van de wafer warmte toe te voeren

vanuit de ring. Daartoe kunnen verwarmingselementen 16 aangebracht zijn zoals in fig. 5 getoond is. In het geval van fig. 5a zal het materiaal van de ring uit een straling doorlatend materiaal bestaan zoals kwartsmateriaal. Daardoor vormt de afstand van het verwarmingselement 16 tot de binnenring 3 geen probleem. Bij de uitvoering volgens fig. 5b zijn de straling doorlatende eigenschappen van de ring minder van belang omdat het verwarmingselement zich dicht bij de wafer bevindt.

In fig. 6 is in bovenaanzicht een verdere variant van de ring volgens de uitvinding getoond. Deze is in het geheel met 21 aangegeven. De oplegpennen zijn met 24 aangegeven. In tegenstelling tot de hierboven getoonde ringen zijn radiale gasdoorgangen aanwezig die met 22 aangegeven zijn. In dit geval zijn dit groeven. In fig. 7 is een en ander tijdens bedrijf in dwarsdoorsnede afgebeeld. Het blijkt dat gasstroom 14 welke de wafer in het midden tussen het bovendee 11 en het benedendeel 12 houdt omgebogen wordt en in radiale richting langs de wafer weg beweegt. De gassen kunnen echter slechts uit de omgeving van de wafer ontwijken door de groeven 22. Door het aanbrengen van de ring wordt de x-y positie van de wafer nauwkeurig bepaald. Immers, indien de wafer 6 naar een van de groeven 22 beweegt, zal ter plaatse minder gas afgevoerd kunnen worden door het enigszins afsluitend effect van de wafer. Daardoor neemt de druk ter plaatse toe en zal de wafer terugbewegen.

In fig. 8 is een variant afgebeeld waarbij de daar getoonde ring 31 niet van oplegpunten voorzien is. Een verdere ring 41 is aangebracht om ring 31 en deze ring is voorzien van oplegpennen 34 die zich uitstrekken door de gasafvoer groeven 32 die in het bovendee 11 van de reactor aangebracht zijn. De binnenring kan daarbij steunen op draagsteunen 33 in de reactor.

Met de constructie beschreven in de fig. 6-9 is op bijzonder eenvoudige wijze het boven- en benedendeel van de reactor, d.w.z. de delen 11 en 12 te verwezenlijken. De radiale positionering wordt in deze uitvoering met behulp van de ring 21,31 verwezenlijkt. Daarbij kan het grensvlak van het bovendee 11 en benedendeel 12 met de reactorruimte in hoofdzaak vlak zijn, waarbij daarin enkele groeven uitgefreesd zijn.

Uit het grote aantal varianten dat hierboven beschreven is, zal degene bekwaam in de stand der techniek begrijpen dat verdere ontwikkelingen mogelijk zijn zonder buiten het bereik van de onderhavige uitvinding zoals omschreven in bijgaande conclusies te geraken.

Conclusies

1. Werkwijze voor het verplaatsen van wafers in en uit een thermische behandelingsinrichting vanuit of naar een omgeving met een van die thermische
5 behandelingsinrichting afwijkende temperatuur, **met het kenmerk**, dat de wafer
aangebracht is in een de wafer omgevende ring, waarbij men de wafer steunend op de
oplegpunten van die ring in en uit de thermische behandelingsinrichting brengt.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij in die thermische behandelingsinrichting contactloos behandelen van de wafer plaatsvindt, waarbij de in
10 hoofdzaak horizontale wafer op verticale afstand ten opzichte van de ring verplaatst
wordt.

3. Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij de wafer door een gasstroom op
verticale afstand van de oplegpunten van de ring gebracht wordt.

4. Thermische behandelingsinrichting-ring-samenstel, waarbij die thermische
15 behandelingsinrichting (10) omvat een behandelingsruimte begrensd door twee
tegenover elkaar liggende delen (11,12), waarbij tenminste een van die delen voorzien
is van een gastoevoer door het zwevend tussen die delen positioneren van een wafer (6)
waarbij die ring (21,31) uitgevoerd is om tussen die delen geplaatst te worden, met het
kenmerk, dat in de bedrijfstoestand de afstand tussen die twee delen ter plaatse van die
20 ring in hoofdzaak met de dikte van die ring overeenkomt en dat tenminste drie radiale
gasdoorgangen (22) tussen die ring (21,31) en het betreffende deel (11,12) zijn
aangebracht.

5. Thermische behandelingsinrichting-ring-samenstel waarbij die doorgangen in
die delen (11,12) zijn aangebracht.

25 6. Thermische behandelingsinrichting-ring-samenstel volgens een van de
conclusies 4 of 5, waarbij die ring van verwarmingsmiddelen (16) is voorzien.

7. Thermische behandelingsinrichting-ring-samenstel volgens een van de
voorgaande conclusies 4-7, waarbij die ring uitgevoerd is voor het dragen van een
wafer.

30 8. Ringsamenstel omvattende een ring (31) alsmede een draagring (41)
waarvan de inwendige diameter groter is dan de uitwendige diameter van de ring (31)
en welke voorzien is van draagorganen (34) die zich binnen de binnenomtrek van die
ring (31) uitstrekken.

8. Ringsamenstel volgens conclusie 6, waarbij die draagorganen pennen (34) omvatten die in die groeven (32) opgenomen worden.

fig - 1

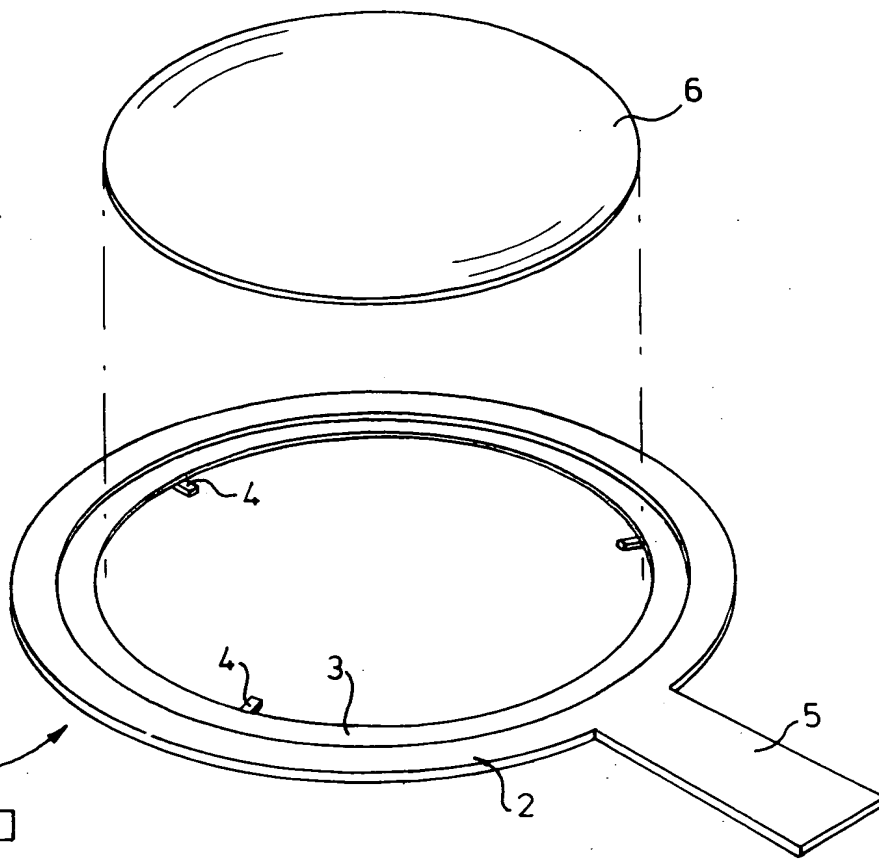


fig - 2

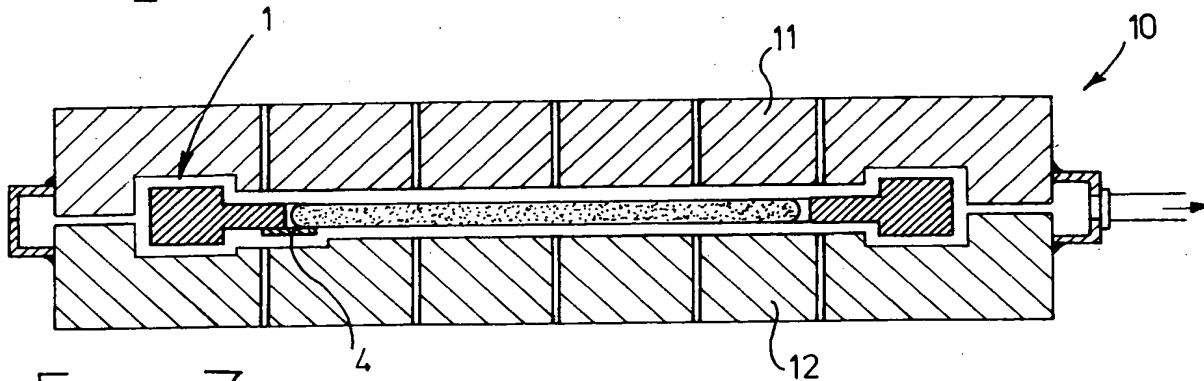
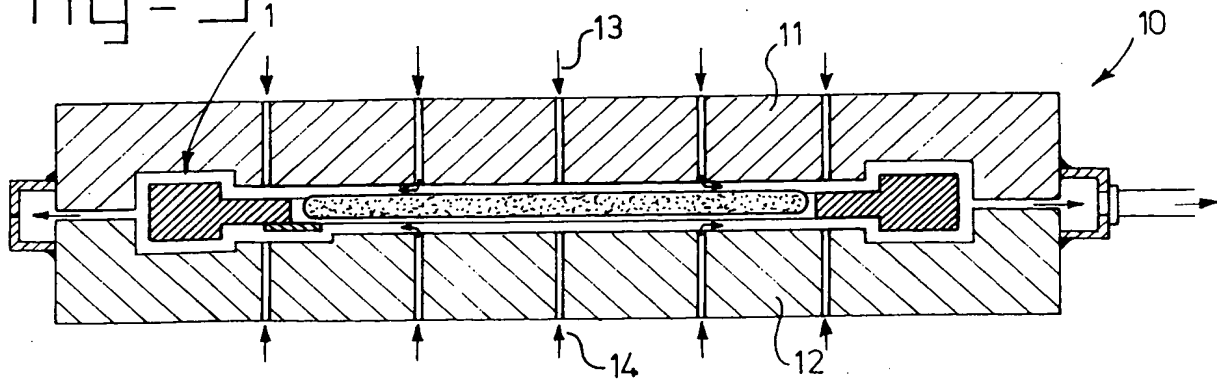


fig - 3₁



10-19

10 120 04

fig - 4a

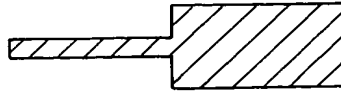


fig - 4b

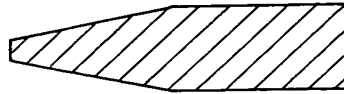


fig - 4c

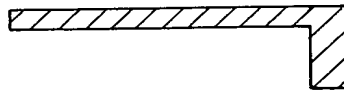


fig - 5a

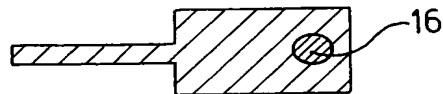
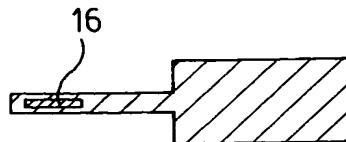


fig - 5b



101204

fig - 6

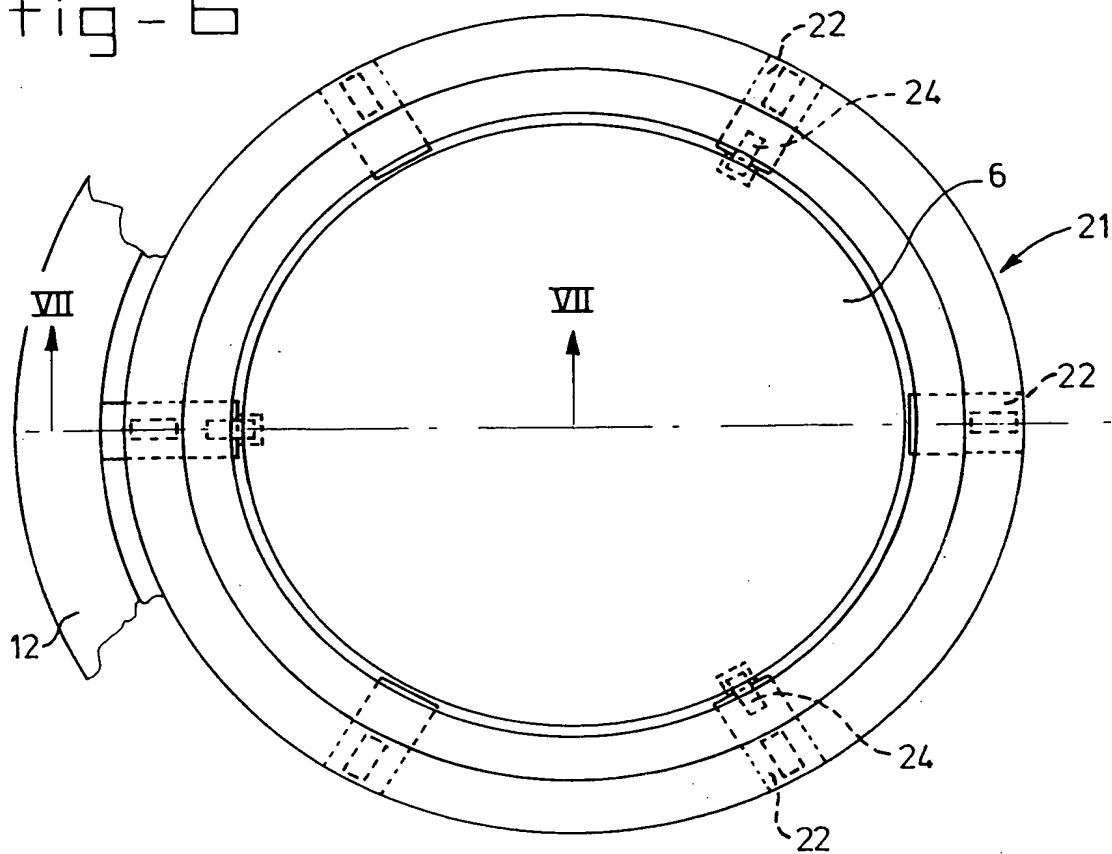
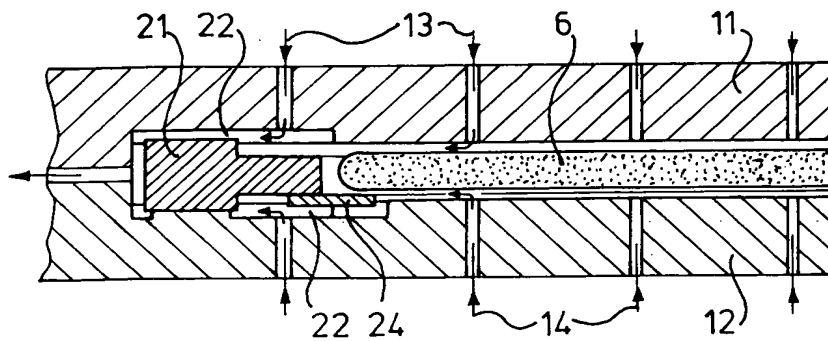


fig - 7



10/11/12

fig - 8

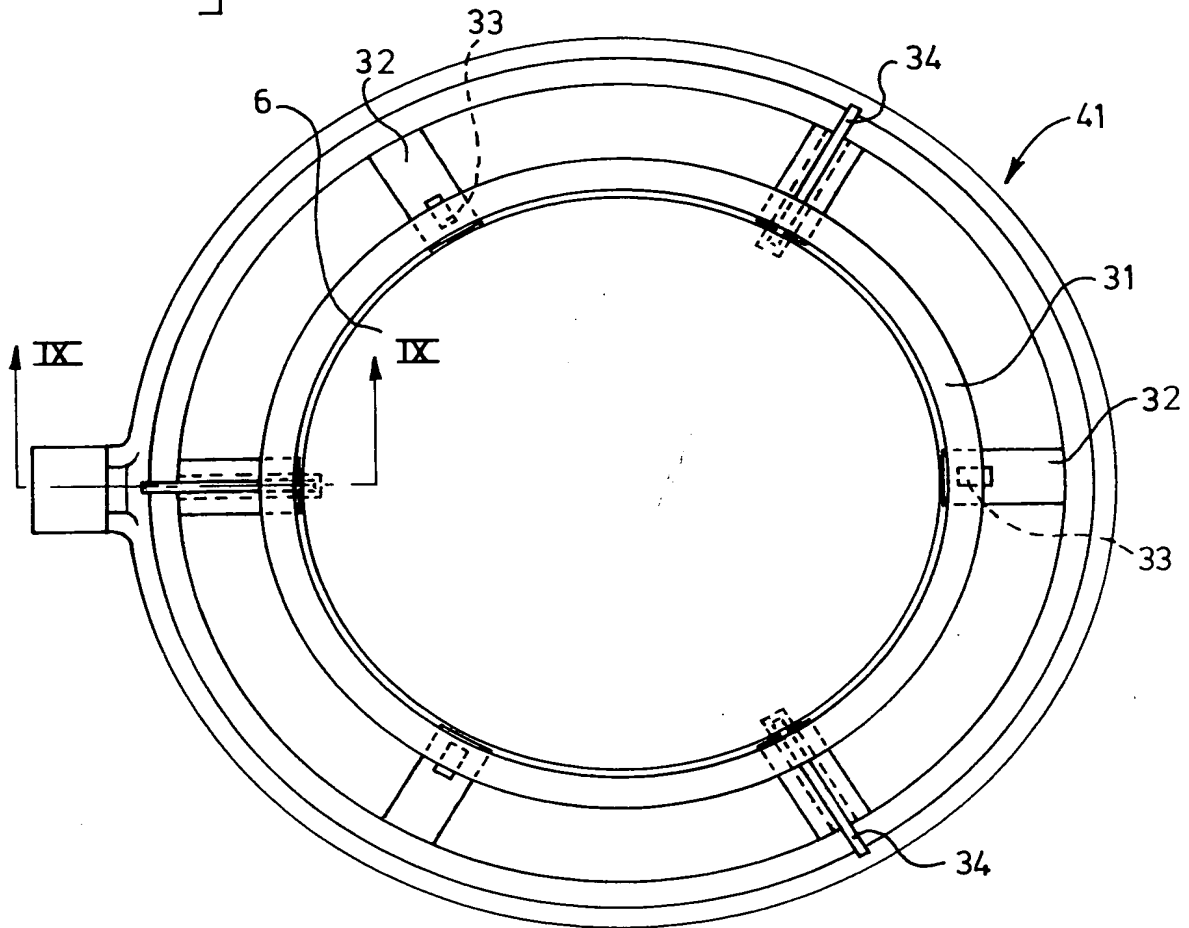


fig - 9

